

## Anomale Aetzfiguren und ihre Erklärung durch die Strukturtheorie.

Von Ernst Sommerfeldt in Tübingen.

(Vortrag gehalten auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Stuttgart 17. September 1906.)

Wenn auf einer Kristallfläche die Ätzfiguren nicht diejenige Regelmäßigkeit aufweisen, welche den Symmetrieeigenschaften der betreffenden Substanz entspricht, so pflegt man von anomalen Ätzfiguren zu sprechen: die Ursache für diese Anomalien kann aber eine mehrfache sein und kann zunächst darin beruhen, daß der betreffende Kristall nicht homogen ist. Besonders werden durch polysynthetische Zwillingsbildungen, ferner durch Zonarstruktur Störungen in dem Kristallanbau bedingt, wodurch Unregelmäßigkeiten in der Gestalt der Ätzfiguren entstehen können. Solche Erscheinungen hat u. a. BAUMHAUER<sup>1</sup> am Speiskobalt und Cloanthit, ferner BECKE<sup>2</sup> am Pyrit beschrieben. Außer dieser relativ groben Inhomogenität — wir wollen sie als eine Inhomogenität der Textur bezeichnen — kann noch durch eine feinere Ungleichförmigkeit im Kristallbau eine Störung der Ätzungseigenschaften bewirkt werden: Bei Mischkristallen durchdringen sich die in Betracht kommenden Komponenten so innig, daß ein Mischkristall im Sinne der Phasenlehre nicht mehrere, sondern nur eine einzige Phase bildet und daher in den physikalischen Eigenschaften einer homogenen, einheitlichen Substanz durchaus ähnlich ist; dennoch sind Fälle bekannt, in denen die Bildung homogener Mischkristalle zu äußerst unregelmäßigen Ätzungserscheinungen Anlaß gibt: So wurde besonders von AMBRONX und LE BLANC gefunden, daß manche Arten von Mischkristalle nicht scharfkantige Ätzfiguren, wie sie bei den betreffenden einzelnen Komponenten sich leicht erzielen ließen, lieferten, sondern gänzlich unregelmäßige Aushöhlungen. Also auch diejenige Ungleichförmigkeit kann zur Störung der Ätzungsfiguren Anlaß geben, welche sich auf so äußerst kleine Bezirke beschränkt, wie sie beim Aufbau eines Mischkristalles aus den Bausteinen der Komponenten in Betracht kommen.

Außer diesen drei Ursachen, nämlich 1. der Inhomogenität im engeren Sinne, 2. der Schichtung und 3. der Mischkristallbildung existiert nun noch eine besonders merkwürdige vierte Klasse von Ätzungsanomalien.

<sup>1</sup> H. BAUMHAUER, Über die Struktur und die mikroskopische Beschaffenheit von Speiskobalt und Cloanthit, Zeitschr. f. Krist. 12. 19 (1887).

<sup>2</sup> F. BECKE, Ätzversuche am Pyrit. TSCHERMAK's Mineral. u. petrogr. Mitteil. 8. 239. 1887.

Auch bei Kristallen, welche vollkommen homogen und welche auch nicht unter den Typus der Mischkristalle zu gehören scheinen, sind bisweilen Ätzfiguren beobachtet, deren Symmetrie geringer ist, als man den übrigen Eigenschaften der betr. Substanz zufolge vermuten sollte; derartige abnorm unsymmetrische Ätzfiguren sind von BECKENKAMP ausführlich am Aragonit und Baryt beschrieben, bei letzterem Mineral hat auch eine Reihe von anderen Beobachtern ähnliche Wahrnehmungen gemacht.

Auch ein Teil der schon genannten Beobachtungen BECKE's über Ätzungsfiguren am Pyrit (l. c.) gehört hierher. Für diese Erscheinungen möchte ich eine an die Strukturtheorie anknüpfende Erklärung liefern. Betrachten wir z. B. die Basisfläche eines Nephelinkristalls, so muß ja senkrecht auf derselben eine sechszählige Symmetrieachse stehen, die Flächensymmetrie der Basisfläche muß also dieser Sechszähligkeit entsprechen. Jedoch gilt dieser Satz nur strenge, so lange wir annehmen, daß jede einzelne Ätzfigur eine sehr große Menge von Kristallbausteinen gleichzeitig affiziert; sobald wir indessen annehmen, daß mindestens im ersten Moment der Ätzung die einzelnen Ätzungsbezirke von der Größenordnung der Kristallbausteine selbst sind, ändern sich die Verhältnisse. Nämlich es braucht die sechszählige Drehungsachse, welche der Nephelin makroskopisch erkennen läßt, nicht direkt eine sechszählige Drehungsachse der Struktur eines Nephelinkristalles zu sein, sondern kann auch z. B. eine sechszählige Schraubungsachse der Struktur sein. Besonders anschaulich lassen sich diese Verhältnisse dadurch machen, daß wir ein Modell für die Struktur des Nephelins uns wirklich aufgebaut denken und wir tun dieses einmal für die Annahme, daß auch der Struktur eine sechszählige Drehungsachse innewohne und zweitens für die Annahme, daß die Struktur eine sechszählige Schraubungsachse besitze. In ersterem Falle denken wir uns eine große Anzahl gleicher sechseckiger Scheiben vorliegend, deren Ecken indessen nur materiell sind, so daß wir sogenannte Sechspunker vor uns haben, deren Träger jene Scheiben sind. Derartige Scheiben spießen wir mit ihren Mittelpunkten auf Stangen auf und zwar so, daß die Scheiben in stets gleichen Abständen längs dieser Stangen aufeinander folgen. Jede dieser Stangen repräsentiert offenbar die Gesamtheit der vertikal über einem einzigen Baustein stehenden Bausteine, wir müssen, um auch in den horizontalen Richtungen die Punktreihen verfolgen zu können, in der Horizontalebene ein Netz von größeren Sechsecken ausbreiten und in den Eckpunkten, sowie in den Zentren desselben jene Stangen, welche die kleineren Sechsecke tragen, aufstecken. Offenbar stimmt alsdann die Flächensymmetrie der Struktur mit derjenigen des makroskopischen Kristalls für die Basis überein. Denn nehmen wir z. B. an, daß an irgend einer Stelle ein um den Abstand  $H$  von der Basis entfernter materieller Punkt gerade

noch bei der Ätzung aufgelöst werde, so müssen insgesamt sechsseitig-symmetrische Vertiefungen im Abstände  $H$  über der Basis erzeugt sein, da ja die Gesamtheit der materiellen Punkte, welche den Abstand  $H$  von der Basis besitzt, ein System von Sechsecken bildet. Diese Erscheinung ändert sich aber, wenn wir der Struktur nicht eine sechszählige Drehungsachse, sondern nur eine sechszählige Schraubungsachse zuschreiben, welche zwar im durchschnittlichen Effekt, d. h. bei gemeinsamer Beeinflussung einer sehr großen Zahl zusammenhängender Bausteine einer Drehungsachse gleichkommen müßte.

Um uns ein Modell einer solchen schraubenförmigen Struktur aufzubauen, verfahren wir folgendermaßen: An Stelle der ebenen sechseckigen Scheiben wählen wir eine solche Schraubenlinie, welche aus einem einmaligen vollen Schraubengang besteht und teilen sie in sechs gleiche Teile. Den Anfangspunkt eines jeden dieser Sechstel denken wir uns materiell gemacht und gewinnen so ein als schraubenförmig verzerrten Sechspunkt bezeichnetes Gebilde. Solche schraubenförmigen Sechspunkte haben wir statt der früheren sechseckigen Scheiben längs jeder einzelnen Stange aneinander zu reihen und zwar müssen die nicht selbst materiell gedachten Träger sich zu einer kontinuierlichen Schraubenlinie, welche die Stange unwindet, zusammenordnen. Die einzelnen Stangen aber haben wir in derselben Weise wie früher in den Ecken eines horizontalen von zentrierten Hexagonen gebildeten Netzes aufzustecken.

Nun fragen wir wiederum nach der Flächensymmetrie, welche die Basis eines solchen Punktsystems aufweist und wir müssen hierbei die Flächensymmetrie eines Polyeders strenge unterscheiden von derjenigen eines Punktsystems. Die Flächensymmetrie der Polyeder ist z. B. in dem Buche E. SOMMERFELDT: Geom. Krist. 1906. Taf. 1—31 dargestellt und kommt im hexagonalen System innerhalb der Basisfläche stets mindestens der Drehsymmetrie eines Dreiecks gleich. Anders verhält es sich mit der Flächensymmetrie der hexagonalen Punktsysteme. Für diese ist es maßgebend, wie die Basis von den Systempunkten umstellt erscheint (oder auch von irgendwelchen mit den Systempunkten so verbundenen Linien, daß sie die Gleichwertigkeit der Systempunkte ungeändert lassen, wie es z. B. mit den Linienelementen der Schraubenlinien eines SOHNCKE'schen Schraubungssystems der Fall ist). Demnach haben wir diejenigen Deckoperationen des Punktsystems der Flächensymmetrie einer Basisfläche zuzurechnen, welche jene Basisfläche nur innerhalb ihrer eigenen Ebene bewegen. Nicht Schraubungen, sondern nur Drehungen, welche senkrecht zur Basis erfolgen, können somit zur Flächensymmetrie einer auf ein Punktsystem bezogenen Basisfläche Anlaß geben. In der Tat erkennt man diese Asymmetrie eines Sechspunktschraubensystems

auch sogleich daran, daß dort, wo eine die Sechspunker tragende Schraubenlinie die auf ihre Symmetrie zu prüfende Basis trifft, in schräger Richtung diese Durchstoßung stattfindet; und zwar sind alle diejenigen Linienelemente, welche eine und dieselbe Basisfläche durchstoßen, einander parallel, während sie doch, in der hexagonalen Symmetrie zu genügen, mindestens nach drei Kantenrichtungen (die einer dreiflächigen Ecke entsprechen) gruppiert sein müßten.

Daher können wir kurz sagen: Die Basisfläche wird im Hexagonalsäulensystem von den unmittelbar an sie angrenzenden Bausteinen in sechszählig-symmetrischer Weise unlagert, im Sechspunktschraubensystem dagegen in asymmetrischer Weise. Flächensymmetrie ist also trotz der auf ihr senkrechten Symmetrieachse nicht innerhalb der Basis eines Sechspunktschraubensystems vorhanden. Ähnliche Überlegungen, wie für sechszählige Achsen lassen sich auch für die übrigen Schraubungssysteme SOHNCKE's ziehen, stets müsse, wenn unsere Schlußweise richtig ist, die Symmetrie der anomalen Ätzfiguren niedriger sein, als es der wahren Symmetrie der Kristallsubstanz entspricht und in der Tat hat man noch keine Beispiele, in denen das Umgekehrte der Fall wäre, aufgefunden. Wir wollen die zweizähligen Schraubungsachsen noch kurz behandeln, indem wir das Klinopinakoid eines monoklinen Kristalls in Betracht ziehen und wollen annehmen, daß es das Bestreben des Ätzungsprozesses selbst (also abgesehen von der Symmetrie) sei, ungleichschenklige Dreiecke als Ätzfiguren zu erzeugen, daß aber wegen der zweizähligen Symmetrieachsen zu diesen Dreiecken solche, welche gegen die ersten um  $180^\circ$  gedreht sind, hinzugefügt werden. Wenn nun die zweizählige Drehungsachse der atomistischen Beschaffenheit nach auch eine Drehungsachse ist, so setzen sich diese zweierlei Dreiecke zu Parallelogrammen zusammen, wenn aber die zweizählige Symmetrieachse eine Schraubungsachse ist, so lassen sich alternierende Schichten unterscheiden, in denen abwechselnd die Dreiecke der einen und der anderen Art auftreten. Solche Ätzfiguren von zweierlei Stellung sind nun in der Tat beobachtet, und zwar von BAUMHAUER am Colemanit (dem Klinopinakoid), ferner von BECKE am Pyrit.

Somit stimmt unser Erklärungsversuch auch mit der merkwürdigen Beobachtung BAUMHAUER's überein, daß an dem Mineral Colemanit zweierlei Arten von Ätzfiguren auf dem Klinopinakoid vorkommen und zwar ist wirklich die eine Art um  $180^\circ$  gegen die andere gedreht. Setzen wir voraus, daß die Struktur dieses monoklinen Minerals dem Zweipunktschraubensystem entspricht und denken wir innerhalb dieses Punktsystems die aufeinanderfolgenden Klinopinakoidebenen der Reihe nach numeriert, so braucht nur auf den mit geraden Zahlen bezeichneten Ebenen die Stellung der Ätzfiguren übereinzustimmen, auf den mit ungeraden Zahlen be-

zeichneten Ebenen der Klinopinakoidschar hingegen müssen wegen der zweizähligen Schraubung die gleichwertigen Ätzfiguren eine um  $180^\circ$  gegen jene gedrehte Stellung besitzen. Überall, wo auf der natürlichen Klinopinakoidfläche infolge geringer Unebenheiten, treppenförmiger Absätze u. dgl. ein Übergang von der einen Flächenschar zur anderen stattfindet, muß daher auch ein Wechsel in der Orientierung der Ätzfiguren vor sich gehen. Nicht nur am Colemanit und Pyrit, sondern auch an einigen anderen Mineralien sind anomale Ätzfiguren von verschiedenartiger Stellung beobachtet worden. Daß immerhin anomale Ätzfiguren nicht bei einer besonders großen Menge von Substanzen vorkommen, kann zweierlei Ursachen haben: Entweder ist das Vorkommen der SOHNCKE'schen Schraubungssysteme nicht häufig; oder aber, wenn dieselben vielfach vorkommen, sind nur ausnahmsweise die Ätzfiguren geeignet dazu, um die Schraubensysteme von den übrigen Systemen zu unterscheiden; man hätte also alsdann zu schließen, daß meistens die Ätzungserscheinungen nicht die einzelnen Kristallbausteine, sondern stets sogleich einen großen Haufen derselben gemeinsam zu affizieren beginnen und so den Unterschied zwischen schraubenförmigen n-Punktern und ebenen n-Punktern verwischen.

Es ist daher von Wichtigkeit, um zwischen dieser doppelten Möglichkeit zu entscheiden, aus den übrigen physikalischen Eigenschaften einen Schluß auf die Höhe der Schraubengänge zu ziehen, welche in der Natur bei Kristallen, welche dem SOHNCKE'schen Schraubentypus entsprechen, vorkommen können. Am exaktesten scheinen mir diejenigen Berechnungen auf diesem Gebiet, welche F. PÖCKELS in seiner kürzlich erschienenen Kristalloptik (p. 291) ausführt und welche ihn zu dem Schluß veranlassen: daß die Anzahl der parallel der Basis gerichteten Lamellen, welche einen Quarz aufbauen, 1770 pro Millimeter betragen müßten, die Dicke der einzelnen Lamelle (welche man dem Abstand zweier durch die charakteristischen Schraubungen ineinander überführbarer Basisflächen ungefähr gleichsetzen darf) „müßte also ungefähr einer Wellenlänge des gelben Lichtes in Luft gleichkommen. Für Lamellen aus stärker doppeltbrechender Substanz ergäbe sich eine noch geringere Schichtendicke“. Da man denjenigen Kräften, welche die erste Entstehung einer Ätzfigur bewirken, jedenfalls einen submikroskopischen Wirkungskreis zuzuschreiben hat (vergl. z. B. E. SOMMERFELDT, Zeitschr. f. wiss. Mikr.), so sieht man, daß die Größenordnung der von PÖCKELS gefundenen Zahlen für die Periodizität der Kristallbausteingruppierung nicht sehr verschieden zu sein braucht von derjenigen, welche das Entstehen anomaler Ätzfiguren bedingt. Man kann vielmehr vermuten, daß die Kristallbausteine eine ähnliche Periodizität der Anordnung bisweilen befolgen, wie diejenigen Partikelchen, welche eine nach LIPPMANN'scher Methode erzeugte Farbenphotographie aufbauen.

Man darf daher keineswegs die Hoffnung aufgeben, die wahre Größe der Fundamentalbereiche einer Kristallstruktur zu ermitteln, obgleich es freilich zurzeit noch ganz an Beobachtungsmethoden hierfür fehlt.

## Petrographische Untersuchungen im Odenwald.

Von C. Chelius.

Mit 1 Textfigur.

(Schluß.)

### XI. Mikroskopische Beschreibung einiger wichtigeren kontakt-metamorphen Schiefergesteine des inneren Odenwalds.

Die makroskopisch in den Erläuterungen zu den Blättern Neunkirchen, Lindenfels und deren Umgebung geschilderten metamorphen Schiefer, Schieferhornfelse und Hornfelse sollen hier der noch ausstehenden mikroskopischen Betrachtung unterworfen werden.

Wir haben im Odenwald zwei große Gruppen in den Schiefergebieten zu unterscheiden: 1. die feldspat- und hornblendearmen, 2. die plagioklas- und hornblendereichen Gesteine der Schieferzonen; beide fügen sich in mannigfachstem Wechsel schichtweise über- und nebeneinander den geneigten oder fast senkrecht stehenden Schieferschollen ein. Wie schon früher angeführt, wird man nicht fehlgehen, manche der hornblendehaltigen Plagioklasgesteine mit umgewandelten Diabasen oder deren Trüfen und Schalsteinen in Verbindung zu bringen, wie sie ähnlich im rheinischen Schiefergebirge den Sedimenten in der mannigfaltigsten Weise und Ausbildung eingeschaltet sind. Diese Zuteilung ist um so mehr berechtigt, nachdem sich bei Darmstadt und Roßdorf Gesteine dieser Art gefunden haben, die mit ihrer ophitischen oder Intersertalstruktur, mit ihren Variolen und in ihren porphyrischen Abarten jeden Zweifel an der Diabasnatur beseitigten. Andererseits werden wir die petrographische Ausbildung der Schiefergesteine des rheinischen Schiefergebiets vergleichsweise für unsere metamorphen Gesteine heranziehen müssen und bald einfache Tonschiefer, bald Grauwacken, Sandsteine und Quarzite, bald Kalke oder kalkhaltige Schiefer, Schiefer mit kalkhaltigen Geoden oder bituminöse Schiefer als das ursprüngliche Material der umgewandelten Schiefergesteine ansehen müssen. Da Hornblendegesteine oder Diabase unseren Odenwaldschiefern so häufig eingeschaltet sind, so wird man das Vergleichsmaterial weniger zweckmäßig im südlichen Taunus mit seinen einheitlichen Stufen suchen, als an der Lahm und Dill, in der Gegend von Weilburg, Wetzlar, Dillenburg, Biedenkopf, wo oft auf wenige hundert Meter ein Gesteinswechsel sichtbar wird.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [1907](#)

Autor(en)/Author(s): Sommerfeldt Ernst

Artikel/Article: [Anomale Aetzfiguren und ihre Erklärung durch die Strukturtheorie. 111-116](#)